



**SKRIPSI - ME 141501**

# **POTENSI SERAT DAUN NANAS SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN KOMPOSIT PENGGANTI FIBERGLASS PADA PEMBUATAN LAMBUNG KAPAL**

**Lesiana Yanuari Ningrum  
4212 100 027**

**Dosen Pembimbing I  
Edy Jadmiko S.T., M.T  
NIP. 1978 0706 2008 01 1002**

**Dosen Pembimbing II  
Ir. Amiadji M.M.M.Sc.  
NIP. 1961 0324 1988 03 1001**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2017**





**SKRIPSI - ME 141501**

**POTENSI SERAT DAUN NANAS SEBAGAI  
ALTERNATIF BAHAN KOMPOSIT PENGGANTI  
FIBERGLASS PADA PEMBUATAN LAMBUNG KAPAL**

**Lesiana Yanuari Ningrum  
4212 100 027**

**Dosen Pembimbing I  
Edy Jadmiko S.T., M.T  
NIP. 1978 0706 2008 01 1002**

**Dosen Pembimbing II  
Ir. Amiadji M.M.M.Sc.  
NIP. 1961 0324 1988 03 1001**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2017**

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*



**FINAL PROJECT - ME 141501**

**POTENCY OF PINEAPPLE LEAF FIBER AS AN ALTERNATIVE  
COMPOSITE MATERIAL TO REPLACE FIBERGLASS IN THE  
HULL MANUFACTURE**

**Lesiana Yanuari Ningrum  
4212 100 027**

**Advisor I  
Edy Jadmiko S.T., M.T  
NIP. 1978 0706 2008 01 1002**

**Advisor II  
Ir. Amiadji M.M.M.Sc.  
NIP. 1961 0324 1988 03 1001**

**MARINE ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBERSURABAYA  
2017**

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## LEMBAR PENGESAHAN

### POTENSI SERAT DAUN NANAS SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN KOMPOSIT PENGGANTI FIBERGLASS PADA PEMBUATAN LAMBUNG KAPAL

#### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada :  
Bidang studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

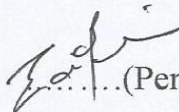
**LESIANA YANUARI NINGRUM**

Nrp. 4212 100 027

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :


**Edi Jadmiko S.T., M.T**

NIP. 1978 0706 2008 01 1002

 (Pembimbing I)

**Ir. Amiadji M.M.M.Sc.**

NIP. 1961 0324 1988 03 1001

 (Pembimbing II)

Surabaya

Juli 2017

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*



## LEMBAR PENGESAHAN

### POTENSI SERAT DAUN NANAS SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN KOMPOSIT PENGGANTI FIBERGLASS PADA PEMBUATAN LAMBUNG KAPAL

#### SKRIPSI

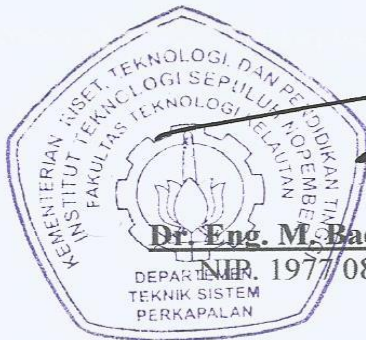
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada :  
Bidang studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

**LESIANA YANUARI NINGRUM**

Nrp. 4212 100 027

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



**Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT.**

NIP. 19770802 2008 01 1007

**Surabaya**

**Juli 2017**

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

# **“POTENSI SERAT DAUN NANAS SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN KOMPOSIT PENGANTI FIBERGLASS PADA PEMBUATAN LAMBUNG KAPAL”**

## **Abstrak**

Dalam tugas akhir ini, dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tarik dan kekuatan bending bahan komposit serat daun nanas dengan perlakuan alkali dan variasi fraksi volume serat. Diharapkan material komposit ini dapat menggantikan serat gelas (fiberglass) yang harganya mahal sebagai material penguat pada proses pembuatan lambung atau badan kapal.

Metode yang dilakukan yaitu melakukan alkalisasi serat daun nanas dengan larutan NaOH 5% selama 2 jam. Dalam pembuatan spesimen uji dilakukan variasi fraksi volume serat dan variasi kadar air. Uji tarik dan Uji Bending dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D-638 – 03 dan ASTM D-790.

Dari hasil pengujian spesimen dilakukan analisa kekuatan tarik dan kekuatan bending kemudian dibandingkan dengan nilai kekuatan yang disyaratkan/diizinkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) sebagai tolak ukur standar ujinya.. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik, modulus elastisitas dan kekuatan bending dari komposit berpenguat serat daun nanas belum dapat memenuhi standar kekuatan tarik, modulus elastisitas dan kekuatan bending yang disyaratkan BKI yakni : untuk nilai kekuatan tarik tertinggi ada pada fraksi volume serat 75% dengan kadar air 10% yaitu 58,29901 Mpa dan nilai modulus elastisitas tertinggi ada pada fraksi volume serat 75% dengan kadar air 5% yaitu 1515.4999 Gpa ,serta kekuatan bending tertinggi ada pada fraksi volume serat 75% dengan kadar air 10% yaitu 149.5854 Mpa.

**Kata kunci :** komposit, nanas, fraksi volume, kekuatan tarik, kekuatan bending

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

# **“POTENCY OF PINEAPPLE LEAF FIBER AS AN ALTERNATIVE COMPOSITE MATERIAL TO REPLACE FIBERGLASS IN THE HULL MANUFACTURE”**

## **Abstrac**

In this thesis, research is done to find out how big tensile strength and bending strength of composite material of pineapple leaf fiber with alkaline treatment and fiber volume fraction variation. The expected, this composite material can replace glass fiber (fiberglass) which is expensive as a reinforcing material in the process of making the hull or the body of the ship.

The method that's done is to alkalize pineapple leaf fiber with 5% NaOH solution for 2 hours. In the manufacture of test specimens carried out variations in fiber volume fraction and water content variation. The tensile test and Bending Test were performed using ASTM D-638-03 and ASTM D-790 standards. From result of specimen test conducted by tensile strength and bending strength analysis then compared with strength value which is required / permitted by Bureau of Classification of Indonesia (BKI) as benchmark of test standard. Result of test indicate that tensile strength, elastic modulus and bending strength of fiber- Pineapple can not meet the standard of tensile strength, elastic modulus and bending strength required by BKI that is: for highest tensile strength value is at 75% fiber volume fraction with 10% water content of 58,29901 Mpa and the highest elasticity modulus value is in fiber volume fraction 75% with 5% moisture content of 1515.4999 Gpa, and the highest bending strength is at 75% fiber volume fraction with 10% water content of 149.5854 Mpa.

**Keywords** : composite, pineapple, volume fraction, tensile strength, bending strength

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul ” Potensi Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Lambung Kapal”.

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Edy Jadmiko S.T., M.T selaku dosen pembimbing satu atas pengarahan dan saran yang telah diberikan.
2. Ir. Amiadji M.Sc. selaku dosen pembimbing dua atas pengarahan dan saran yang telah diberikan.
3. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT. selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTI-ITS.
4. Bapak Irfan Syarief, ST., MT selaku Kepala Laboratorium Marine Machinery Design And Manufacture.
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan .
6. Orang Tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
7. Rekan-rekan mahasiswa di Laboratorium Marine Machinery Design And Manufacture, mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan 2012, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan moril dan partisipasinya sehingga terselenggaranya laporan ini.

Akhirnya, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2017

Penyusun

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*



# DAFTAR ISI

SKRIPSI - ME 141501 .....	i
SKRIPSI - ME 141501 .....	iii
FINAL PROJECT - ME 141501 .....	v
LEMBAR PENGESAHAN .....	vii
Abstrak .....	xi
Abstrac .....	xiii
KATA PENGANTAR .....	xv
DAFTAR ISI .....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL .....	xx
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Skripsi .....	2
1.4 Manfaat .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1. Komposit .....	3
2.1.1 Definisi Komposit .....	3
2.1.2 Material Penyusun Komposit .....	3
2.1.3 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit .....	4
2.2 Klasifikasi Komposit .....	5
2.3 Fiber Reinforced Compositte (FRC) .....	5
2.4 Karakteristik Komposit .....	6
2.5 Fiberglass (Serat Gelas) .....	6
2.6 Komposit Serat .....	7
2.7 Serat .....	7
2.7.1 Serat Alam sebagai bahan filler Komposit .....	8
2.8 Tumbuhan Nanas .....	9
2.8.1 Serat Daun Nanas .....	9
2.8.2 Karakteristik Serat Daun Nanas .....	10
2.9 Matrik .....	11
2.10 Katalis Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO) .....	12
2.11 Kadar Air ( <i>Moisture</i> ) .....	12
2.12 Perlakuan Alkali ( NaOH ) .....	13
2.13 Penentuan Komposisi Volume Komposit .....	14
2.14 ASTM (American Societyf or Testing and Material) .....	14
2.15 Proses Pembuatan Komposit .....	15
2.16 Pengujian Tarik .....	15
2.17 Pengujian <i>Bending</i> .....	15
2.18 Penelitian Terdahulu .....	16
BAB III METODOLOGI .....	17

3. 1 Bahan dan Alat .....	17
3.1.1 Bahan.....	17
3.1.2 Alat .....	18
3. 2 Pengolahan Serat daun nanas .....	18
3.2.1 Pemisahan Serat Daun Nanas .....	18
3.2.2 Pengeringan Serat Daun Nanas .....	18
3.2.3 Proses Alkali Serat .....	18
3.3 Membuat Cetakan Komposit.....	19
3.4 Takaran Resin.....	20
3.5 Pembuatan Spesimen Komposit.....	20
3.6 Jumlah Specimen Uji .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Perhitungan Variasi Fraksi Volume Serat .....	23
4.2 Data Hasil Pegujian .....	25
4.3 Hasil Perhitungan Data Pengujian.....	27
4.3.1 Hasil Perhitungan Kekuatan Tarik .....	27
4.3.2 Hasil Perhitungan Uji <i>Bending</i> .....	29
4.4 Analisa Grafik Data Pengujian.....	30
4.4.1 Kekuatan Tarik .....	30
4.4.2 Modulus Elastisitas .....	31
4.4.3 Kekuatan Bending .....	31
4.5 Analisa Pembahasan Data .....	32
4.5.1 Analisa Hasil Pengujian Kekuatan Tarik .....	32
4.5.2 Analisa Hasil Pengujian Kekuatan Bending .....	34
4.5.3 Analisa Perbandingan Komposit Serat Daun Nanas Terhadap Fiberglass .....	34
4.6 Perbandingan Hasil Uji Terhadap Peraturan BKI .....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN .....	40
BIODATA PENULIS .....	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyusun Komposit.....	3
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	17
Gambar 3.2 Dimensi spesimen Uji Tarik.....	19
Gambar 3.3 Dimensi spesimen Uji Bending.....	19
Gambar 4.1 Spesimen hasil uji tarik.....	24
Gambar 4.2 Spesimen hasil uji bending.....	25
Gambar 4.3 Grafik Data Uji Tarik.....	25
Gambar 4.4 Grafik Data Modulus Elastisitas.....	26
Gambar 4.5 Grafik Data Uji Bending.....	27

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat serat gelas.....	6
Tabel 2.2 Sifat serat <i>E-glass</i> CSM.....	7
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Serat Alam.....	9
Tabel 2.4 Komposisi Kimia Serat Daun Nanas.....	10
Tabel 2.5 Karakteristik Serat Daun Nanas.....	10
Tabel 2.6 Spesifikasi Unsaturated Polyester Resin Yukalac 157 BTQN-EX.....	12
Tabel 3.1 Perbandingan Fraksi Volume Serat Daun Nanas dan Resin .....	20
Tabel 3.2 Perbandingan Antara Kadar Air, Serat dan Resin .....	21
Tabel 4.1 Perhitungan Fraksi volume Uji Tarik .....	24
Tabel 4.2 Perhitungan Fraksi volume Uji Bending .....	26
Tabel 4.3 Data Hasil Uji Tarik .....	27
Tabel 4.4 Data Hasil Uji Bending .....	30
Tabel 4.5 Perhitungan Data Uji Tarik .....	31
Tabel 4.6 Perhitungan Data Uji Bending .....	32

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit khususnya di bidang perindustrian. Industri pembuatan pesawat terbang, perkapalan, mobil dan industri pengangkutan merupakan contoh industri yang mengaplikasikan bahan-bahan yang memiliki sifat berdensitas rendah, tahan karat, kuat, tahan terhadap keausan dan *fatigue* serta ekonomis sebagai bahan baku industrinya. Material komposit merupakan kombinasi dari dua atau lebih material pembentuk melalui pencampuran atau penggabungan, di mana setiap material mempunyai sifat yang berbeda dan saling menunjang sehingga menjadi material yang kuat. Pada umumnya penguat yang dipakai dalam struktur komposit merupakan bahan sintesis (Hadi Widodo, 1998). Dalam perkapalan penggunaan komposit tersebut dikenal dengan nama *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP).

Teknologi ramah lingkungan semakin serius dikembangkan oleh negara-negara di dunia saat ini, menjadikan suatu tantangan yang terus diteliti oleh para pakar untuk dapat mendukung kemajuan teknologi ini. Salah satunya adalah teknologi komposit dengan material serat alam (Arif Nurrudin, 2011). Keunggulan penggunaan serat alam jika dibandingkan dengan serat sintesis diantaranya adalah potensi yang cukup besar, murah dan mudah terdegradasi (*high biodegradable*) sehingga tidak mencemari lingkungan. Kekuatan spesifik dari beberapa jenis serat alam mempunyai nilai yang dapat menyamai nilai kekuatan serat gelas (*fiberglass*), sehingga memungkinkan penggunaan bahan serat alam sebagai substitusi bahan serat gelas yang mempunyai beberapa kelemahan dari segi lingkungan (Biswas, Srikanth dan Nangia, 2001). Dalam perkembangannya material komposit banyak mendapatkan perhatian untuk penggunaan di laut yang rawan terhadap korosi. Namun demikian semua komposit yang diteliti masih sangat terbatas pada serat alam. Dalam penelitian yang telah dilakukan, disebutkan bahwa material komposit yang digunakan dalam pembuatan kapal masih didominasi oleh serat gelas (*fiberglass*). Material yang cocok untuk pembuatan kapal dengan bahan komposit, dituntut kaku dengan *high performance* sehingga dibutuhkan bahan *carbon fiber* dan *aramid fiber* (Yates J, 1992).

Nanas merupakan salah satu alternatif tanaman penghasil serat yang selama ini hanya dimanfaatkan buahnya sebagai sumber bahan pangan, sedangkan daun nanas dapat dimanfaatkan sebagai bahan penghasil serat tekstil. Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Mujiyono dan Didik (2009), diperoleh bahwa serat daun nanas memiliki kekuatan tarik hampir dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan *fiberglass*, yaitu 42,33 kg/mm<sup>2</sup> untuk serat daun nanas dan 21,65 kg/mm<sup>2</sup> untuk *fiberglass*. Dengan demikian serat daun nanas memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengisi dalam suatu komposit. Pengisi serat daun nanas mampu meningkatkan kekuatan bentur komposit, dimana kekuatan bentur maksimal diperoleh pada variasi ukuran partikel 100 mesh pada rasio matriks dan pengisi 90/10 yaitu sebesar 12,3425 KJ/m<sup>2</sup> berada di atas kekuatan lentur epoksi murni yaitu sebesar 9,5061 KJ/m<sup>2</sup> (Syahrinal, Fachry, dan Halimatuddahlia, 2014)

Serat daun nanas merupakan serat yang diambil dari daun nanas, memiliki selulosa ataupun non selulosa. Pada umumnya daun nanas dikembalikan ke lahan untuk digunakan sebagai pupuk. Tanaman nanas dewasa dapat menghasilkan 70 – 80 lembar daun atau 3 – 5 kg dengan kadar air 85 %. Setelah panen bagian yang menjadi limbah terdiri atas daun 90 %, tunas batang 9 % dan batang 1 %. Pemanfaatan serat daun nanas sebagai serat penguat material komposit akan mempunyai arti yang sangat penting yaitu dari segi pemanfaatan limbah industri. Hasil penelitian ini sangat diharapkan adanya inovasi baru dalam pengembangan teknologi material komposit berpenguat serat non-sintetis di Indonesia. Selama ini industri masih menggunakan serat sintetis yang umumnya berupa serat gelas (*fiberglass*) sebagai bahan baku yang berfungsi sebagai serat penguat material komposit *Fiberglass Reinforced Plastic*. Pemanfaatan serat daun nanas sebagai penguat komposit nantinya dapat menjadi material alternatif baru sebagai bahan alternatif pembuatan kapal di Indonesia.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas, pokok permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yaitu

1. Mengetahui komposit berpenguat serat daun nanas mampu menahan beban tarik dan bending untuk digunakan dalam pembuatan kulit kapal.

### **1.3 Tujuan Skripsi**

Tujuan yang akan dicapai dari penulisan tugas akhir ini yaitu

1. Untuk mengetahui kekuatan dari material komposit berpenguat serat daun nanas jika menerima beban tarik untuk pembuatan kulit kapal sesuai standar kekuatan mekanis yang disyaratkan/diizinkan BKI serta untuk mengetahui kekuatan bendingnya
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik dan bending dari material komposit berpenguat serat daun nanas.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang akan dicapai dari penulisan tugas akhir ini yaitu

1. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan serat daun nanas dapat dimanfaatkan sebagai alternative pembuatan lambung kapal
2. Dapat digunakan sebagai sumber pustaka dari data yang telah dihasilkan dalam pengerjaan tugas akhir ini

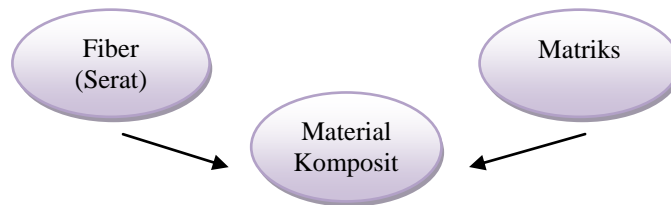
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Komposit

##### 2.1.1 Definisi Komposit

Komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik (K. Van Rijswijk et.al, Natural Fiber Composite, 2001). Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari pada logam, memiliki kekuatan bisa diatur yang tinggi (*tailorability*), memiliki kekuatan lelah (*fatigue*) yang baik, memiliki kekuatan jenis (*strength/weight*) dan kekakuan jenis (*modulus Young/density*) yang lebih tinggi daripada logam, tahan korosi, memiliki sifat isolator panas dan suara, serta dapat dijadikan sebagai penghambat listrik yang baik, dan dapat juga digunakan untuk menambal kerusakan akibat pembebanan dan korosi (Sirait, 2010). Sedangkan proses pembuatannya melalui pencampuran yang tidak homogen, sehingga kita dapat lebih leluasa dalam merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan cara mengatur komposisi dari material pembentuknya. (Imam Pujo Mulyatno, 2008).



Gambar 2.1 Penyusun Komposit

##### 2.1.2 Material Penyusun Komposit

Material penyusun komposit terdiri dari dua buah penyusun yaitu *filler* (bahan pengisi) dan *matriks*. Adapun definisi dari keduanya adalah sebagai berikut:

1. *Filler* adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Serat yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain serat *E-Glass*, *Boron*, *Carbon* dan lain sebagainya. Selain itu juga digunakan dari serat alam antara lain serat kenaf, jute, rami, cantula dan lain sebagainya.
2. *Matriks*. Gibson R.F. (1994) mengatakan bahwa matriks dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. *Matriks* secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit.

Secara struktur mikro material komposit tidak merubah material pembentuknya (dalam orde kristalin) tetapi secara keseluruhan material komposit berbeda dengan material pembentuknya karena terjadi ikatan antar permukaan antara matriks dan *filler* (Nyun, 2010).

### 2.1.3 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit

Beberapa faktor yang mempengaruhi performa *Fiber-Matrik Composites* antara lain:

#### a. Letak dan arah serat

Letak dan arah serat dalam matrik akan menentukan kekuatan mekanik komposit, oleh karena itu dalam pembuatan komposit peletakan dan arah serat sangat diperhatikan. Menurut letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu:

- 1) *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- 2) *Two dimensional reinforcement* (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- 3) *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic* dan kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

#### b. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Panjang serat ada dua macam yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat panjang dapat mengalirkan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain. Serat pendek mempunyai kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan *continous fiber*.

#### c. Bentuk Serat

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984).

#### d. Faktor Matrik

Dalam pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya.

#### e. Faktor Ikatan *Fiber-Matrik*

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang memudahkan terjadi antara dua fase (Schwartz, 1984). Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan.

#### f. Katalis

Banyak sedikitnya katalis yang diberikan pada pembuatan komposit juga berpengaruh pada sifat mekanik yang dihasilkan oleh komposit nantinya.

#### g. *Void*

Void atau gelembung udara merupakan akibat yang tidak bisa dihindari pada saat proses pembuatan. Sehingga dimungkinkan untuk meminimalkan void yang dihasilkan pada bahan komposit. *Void*s (kekosongan) yang terjadi pada matrik sangatlah berbahaya, karena pada bagian tersebut penguat tidak didukung oleh matriks, sedangkan penguat selalu akan mentransfer tegangan ke matriks. Hal seperti ini menjadi penyebab munculnya *crack*, sehingga komposit akan gagal lebih awal. Kekuatan komposit terkait dengan *void* adalah berbanding terbalik yaitu semakin banyak *void* maka komposit semakin rapuh dan apabila sedikit *void* komposit semakin kuat.



## 2.2 Klasifikasi Komposit

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu :

1. *Fibrous Composites* (Komposit Serat). Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

a. *Continuous Fiber Composites*

Komposit yang diperkuat dengan serat secara berurutan (*Continuous*) memiliki susunan serat panjang dan lurus membentuk lamina diantara matriksnya.

b. *Woven Fiber Composites*

Komposit yang diperkuat dengan serat anyaman dan komposit ini tidak terpengaruh pemisahan antar lapisan, akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan serta kekakuannya tidak sebaik tipe *Continuous Fiber*.

c. *Chopped Fiber Composites*

Komposit yang diperkuat dengan serat yang dipotong pendek atau disusun secara acak.

d. *Hybrid Composites*

Komposit yang diperkuat dengan beberapa gabungan serat yaitu serat secara *continuous* dengan serat secara acak. Pertimbangannya agar dapat meminimalisir kekurangan sifat dari kedua tipe dan menggabungkannya menjadi satu.

2. *Laminated Composites* (Komposit Laminat). Komposit Laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus. Komposit laminat ini terdiri dari empat jenis yaitu komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat hibrid.

3. *Particulate Composites* (Komposit Partikel). Merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Komposit partikel banyak dibuat untuk bahan baku industri. Kelayakan bahan komposit partikel yang telah dibuat dapat diketahui dengan melakukan pendekatan uji validitas.

## 2.3 Fiber Reinforced Composite (FRC)

Berdasarkan jenisnya, serat penguat untuk komposit dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Serat Buatan (*Sintetic Fiber*), merupakan serat penguat untuk bahan komposit yang dibuat dari bahan-bahan kimia. Contohnya : serat gelas (*fiber glass*), serat optik (*fiber optic*), serat polyester (*polyester fiber*), dan lain-lain.
2. Serat Alami (*Natural Fiber*), merupakan serat penguat untuk bahan komposit yang merupakan serat alami dari hasil alam. Serat alami dapat berasal dari hewani walaupun pada umumnya kebanyakan berasal dari tumbuh-tumbuhan. Contoh : bulu domba (hewani), serat bambu dan serat pisang (tumbuhan), dan lain-lain.

## 2.4 Karakteristik Komposit

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan karena tegangan yang diberikan pada komposit pertama diterima oleh matriks dan diteruskan ke serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu, serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks penyusun komposit (Vlack, 1995). Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat meneruskan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain (Schwart, 1984). Bila peningkatan kekuatan menjadi tujuan utama, komponen penguat harus mempunyai rasio aspek yang besar, yaitu rasio panjang terhadap diameter harus tinggi, agar beban ditranfer melewati titik dimana mungkin terjadi perpatahan (Vlack L. H., 2004).

## 2.5 Fiberglass (Serat Gelas)

Fiberglass adalah material yang sangat baik untuk digunakan dalam berbagai produk dari bahan komposit yang terdiri dari berbagai komponen material fiber. Bahan ini menggunakan suatu polimer berbahan resin sebagai matriknya, dan suatu jenis serat seperti kaca, karbon sebagai penguatannya. Serat gelas terbagi menjadi 3 jenis yaitu serat *E-glass*, serat *C-glass* dan serat *S-glass* (Istanto, 2006).

**Tabel 2.1** Sifat-sifat serat gelas

No	Jenis Serat		
	<i>E-glass</i>	<i>C-glass</i>	<i>S-glass</i>
1	Isolator listrik yang baik	Tahan terhadap korosi	Modulus lebih tinggi
2	Kekakuan tinggi	Kekuatan lebih rendah dari <i>E-glass</i>	Lebih tahan terhadap suhu tinggi
3	Kekuatan Tinggi	Harga lebih mahal dari <i>E-glass</i>	Harga lebih mahal dari <i>E-glass</i>

*Sumber : Istanto, 2006*

Fiber glass dikelompokkan sesuai dengan perannya di industry, yaitu *E-Glass* merupakan fiber yang paling banyak diproduksi dan pemakaian yang luas untuk *reinforced* pada komposit dan *S-Glass* merupakan fiber terpopuler kedua setelah *E-Glass*, mempunyai kekuatan tarik 30% lebih baik dan modulus elastisitas 20% lebih baik dari pada *E-Glass*. Tetapi tidak banyak digunakan karena harganya yang relatif mahal. *S-Glass* mempunyai kekuatan yang paling baik bila dibandingkan fiber yang lainnya, tetapi mempunyai keterbatasan modulus dalam aplikasinya. (Sulistijono, 2012).

**Tabel 2.2** Sifat serat *E-glass* CSM

Sifat mekanis	Satuan	Nilai
Diameter	$\mu\text{m}$	12
Densitas	$\text{Kg.m}^{-3}$	2530 s/d 2600
Modulus Elastisitas (E)	GPa	7,3
Kekuatan Tarik	MPa	350
Elongation	%	4,8

Sumber: J.M. Barthelot, 1999

Keuntungan yang didapat dari penggunaan fiber-glass yaitu biaya produksi murah dan material yang dihasilkan tahan korosi. Biasanya digunakan untuk piing, tanks, boats, alat-alat olahraga. Adapun kekurangan dari penggunaan fiber-glass yaitu material yang dihasilkan memiliki kekuatan yang relatif rendah, elongasi tinggi, serta memiliki kekuatan dan berat yang sedang (moderate). (Nurun Nayiroh, 2013).

## 2.6 Komposit Serat

Komposit ini menggunakan serat sebagai penguatnya. Serat yang digunakan biasanya berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers* (*poly aramide*), dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak, lurus maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Perbandingan antara panjang dengan diameter serat disebut sebagai rasio aspek. Semakin besar rasio aspeknya maka kekuatan dan kekakuan komposit akan semakin besar atau baik. Fungsi utama serat penguat dalam *matriks* adalah sebagai penahan dari beban yang diberikan pada komposit, selain itu serat penguat ini berfungsi untuk menjaga kekakuan dari komposit. Karena alasan inilah serat penguat yang digunakan untuk membuat komposit harus mempunyai kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang tinggi.

Serat merupakan unsur yang sangat penting pada komposit berpenguat serat yang fungsinya adalah sebagai pembawa beban. Komposit berpenguat serat banyak dipakai untuk produk yang memerlukan kekuatan tinggi dengan bobot yang rendah, sebagai bahan pengganti logam. Dengan menggabungkan serat penguat yang mempunyai kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang tinggi dengan matrik yang ulet. Maka diharapkan kita nantinya akan mendapatkan komposit kuat yang dilindungi oleh matriks yang ulet sebagai pelindung dari serat dan sebagai penjaga arah serat.

## 2.7 Serat

Serat adalah suatu jenis bahan yang berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Saat ini terdapat berbagai macam jenis serat baik yang berasal dari alam maupun yang dibuat oleh manusia. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis (serat buatan manusia).

### 1. Serat Alam

Serat alam menurut yaitu serat yang langsung diperoleh di alam. Pada umumnya kain dari serat alam mempunyai sifat yang hampir sama yaitu kuat, padat, mudah kusut, dan tahan penyetrakan (Jumaeri, 1977:5). Serat alam meliputi serat yang dihasilkan oleh tanaman, hewan, dan proses geologis. Serat jenis ini dapat mengalami pelapukan. Serat alam dapat digolongkan sebagai berikut :

- Serat tumbuhan

Serat ini tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan mengandung lignin. Contoh dari serat jenis ini yaitu katun dan serat rami.

- Serat kayu  
Serat ini berasal dari tumbuhan berkayu
- Serat hewan  
Serat ini tersusun atas protein tertentu. Contoh dari serat ini yang dimanfaatkan oleh manusia adalah sutera dan bulu domba
- Serat mineral  
Serat ini dibuat dari asbestos. Saat ini asbestos adalah satu-satunya mineral yang secara alami terdapat dalam bentuk serat panjang.

## 2. **Serat Buatan / Sintetis**

Serat buatan yaitu serat yang molekulnya disusun secara sengaja oleh manusia. Sifat-sifat umum dari serat buatan, yaitu kuat dan tahan gesekan (Jumaeri,1977:5). Serat buatan atau serat sintesis umumnya berasal dari bahan petrokimia. Namun, ada pula serat sintetis yang dibuat dari selulosa alami seperti rayon. Serat buatan terbentuk dari polimer-polimer yang berasal dari alam maupun polimer-polimer buatan yang dibuat dengan cara kepolimeran senyawa-senyawa kimia. Serat buatan mempunyai sifat-sifat umum antara lain:

- Sangat kuat dan tahan gesekan
- Dalam keadaan kering atau basah kekuatannya tetap sama kecuali asetat
- Kenyal, pegas (elastis dan tahan regangan)
- Kurang dapat menghisap air
- Peka terhadap panas
- Tahan alkali, tahan ngengat, jamur, serangga, dan lain-lain
- Dapat diawetkan dengan panas
- Bahan awet
- Mudah dalam pemeliharaan
- Sulit mengisap air karena memberi rasa lembab

### 2.7.1 Serat Alam sebagai bahan filler Komposit

Dengan perkembangan teknologi material, bahan dari komposit tidak berpacu hanya pada bahan filler sintetis. Serat alam sebagai filler komposit mulai digunakan karena memiliki kelebihan dibanding serat sintetis. Serat alam merupakan material alternatif yang sangat menguntungkan bila dibandingkan dengan material alternatif lainnya, dimana dewasa ini telah berkembang dengan cepat dan memperoleh perhatian yang serius bagi para ilmuwan. Serat alam yang digunakan adalah serat pelepah kelapa, serat aren, serat batang pisang, serat daun nenas, serat pandan, dan sebagainya.

Kelebihan utama menggunakan serat alam sebagai filler pada komposit yaitu densitasnya rendah, mudah didaur ulang, *biodegradable*, mampu sebagai bahan pengisi dengan level tinggi sehingga menghasilkan sifat kekakuan yang tinggi, tidak mudah patah, jenis dan variasinya banyak, hemat energi dan murah (Rowell,1995).

**Tabel 2.3** Komposisi Kimia Serat Alam

No.	Nama Komoditi	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
1.	Abaka	60-65	6-8	5-10
2.	Coir	43	1	45
3.	Kapas	90	6	-
4.	Flax	70-72	14	4-5
5.	Jute	61-63	13	3-13
6.	Mesta	60	15	10
7.	Palmirah	40-50	15	42-45
8.	Nanas	80	-	12
9.	Rami	80-85	3-4	0,5-1
10.	Sisal	60-67	10-15	8-12

Sumber : Riama et al., 2012

## 2.8 Tumbuhan Nanas

Tanaman nanas merupakan salah satu tanaman yang mempunyai tinggi 50-150 cm, daun memanjang seperti pedang dengan tepi berduri maupun tidak berduri, panjangnya 80-150 cm. Nanas merupakan tanaman sangat tahan terhadap kondisi kekeringan karena tergolong dalam golongan *Crassulacean Acid Metabolism*. Tanaman nanas akan dibongkar setelah dua atau tiga kali panen untuk diganti tanaman baru, sehingga limbah daun nanas terus berkesinambungan dan cukup potensial untuk dimanfaatkan sebagai produk yang dapat memberikan nilai tambah. Pada umumnya daun nanas dikembalikan ke lahan untuk digunakan sebagai pupuk. Tanaman nanas dewasa dapat menghasilkan 70 – 80 lembar daun atau 3 –5 kg dengan kadar air 85 %. Setelah panen bagian yang menjadi limbah terdiri atas daun 90 %, tunas batang 9 % dan batang 1 %. Daun nanas mempunyai lapisan luar yang terdiri dari lapisan atas dan bawah. Diantara lapisan tersebut terdapat banyak ikatan atau helai-helai serat yang terikat satu dengan yang lain oleh sejenis zat perekat yang terdapat dalam daun.

### 2.8.1 Serat Daun Nanas

Serat daun nanas merupakan serat yang diambil dari daun nanas, memiliki selulosa ataupun non selulosa. Serat-serat dalam daun nanas akan memperkuat daun nanas saat pertumbuhannya. Dari berat daun nanas hijau yang masih segar akan dihasilkan kurang lebih sebanyak 2,5 sampai 3,5% serat serat daun nanas. Lapisan luar daun berupa pelepah yang terdiri atas sel kambium, zat pewarna yaitu klorofil, *xanthophyl* dan *carotene* yang merupakan komponen kompleks dari jenis tanin, serta *lignin* yang terdapat dari bagian tengah daun. Selain itu *lignin* juga terdapat pada *lamela* dari serat dan dinding sel serat. Serat yang diperoleh dari daun nanas muda kekuatannya relatif rendah dan seratnya lebih pendek dan serat nanas tidak menunjukkan pengurangan kekuatan dalam penyimpanan hingga 6 bulan, sedangkan penyimpanan lebih dari 6 bulan terjadi penurunan kekuatan. Pengambilan serat daun nanas pada umumnya dilakukan pada usia tanaman berkisar antara 1 sampai 1,5 tahun.

Serat yang berasal dari daun nanas yang masih muda pada umumnya tidak panjang dan kurang kuat. Sedang serat yang dihasilkan dari tanaman nanas yang terlalu

tua, terutama tanaman yang pertumbuhannya di alam terbuka dengan intensitas matahari cukup tinggi tanpa pelindung, akan menghasilkan serat yang pendek kasar dan getas atau rapuh (*short, coarse and brittle fibre*). Oleh sebab, itu untuk mendapatkan serat yang kuat, halus dan lembut perlu dilakukan pemilihan pada daun-daun nanas yang cukup dewasa yang pertumbuhannya sebagian terlindung dari sinar matahari. Serat nanas mampu menyerap keringat dan kelembaban. Bahan serat nanas jatuhnya kaku dan transparan, persis seperti bahan organdi, namun serat nanas berkilau lembut, bertekstur garis halus dan agak ringan.

**Tabel 2.4** Komposisi Kimia Serat Daun Nanas

No.	Komposisi Kimia	Serat Daun Nanas (%)
1	Alpha Selulosa	69,5-71,5
2	Pentosan	17-17,8
3	Lignin	4,4-4,7
4	Pektin	1-1,2
5	Lemak dan Wax	3-3,3
6	Abu	0,71-0,87
7	Zat-zat lain (protein, asam organik dll)	4,5-5,3

Sumber : Hidayat, 2008

## 2.8.2 Karakteristik Serat Daun Nanas

Sama halnya dengan serat-serat alam lainnya yang berasal dari daun (*leaf fibres*), secara morphology jumlah serat dalam daun nanas terdiri dari beberapa ikatan serat (*bundle of fibres*) dan masing-masing ikatan terdiri dari beberapa serat (*multi-celluler fibre*). Berdasarkan pengamatan dengan mikroskop, *cell-cell* dalam serat daun nanas mempunyai ukuran diameter rata-rata berkisar 10  $\mu\text{m}$  dan panjang rata-rata 4.5 mm dengan ratio perbandingan antara panjang dan diameter adalah 450. Rata-rata ketebalan dinding *cell* dari serat daun nanas adalah 8.3  $\mu\text{m}$ . Ketebalan dinding *cell* ini terletak antara serat sisal (12.8  $\mu\text{m}$ ) dan serat batang pisang (1.2  $\mu\text{m}$ ).

**Tabel 2.5** Karakteristik Serat Daun Nanas

<b>Ultimate</b>	Length (mm)	3-9
<b>Cell</b>	Width W (12.8 $\mu\text{m}$ )	4-8
	L/W	450
	Degree of Polymerisation of alpha cellulose	1178-1200
<b>Filament</b>	Tenacity (MN/m <sup>2</sup> )	710
	Extension at break (%)	2-6
	Torsional rigidity (MN/m <sup>2</sup> )	360
	Flexural rigidity (MN/m <sup>2</sup> )	3-8
	Length (cm)	55-75
	Transverse swellingin water (%)	18-20

Sumber : Doraiswamy et al., 1993

## 2.9 Matrik

Matrik adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matrik, umumnya lebih ductile tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah. Syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah matrik harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matrik, artinya tidak ada reaksi yang mengganggu. Umumnya matrik dipilih yang mempunyai ketahanan panas yang tinggi (Triyono & Diharjo, 2000).

Matrik mempunyai fungsi sebagai mentransfer tegangan ke serat, membentuk ikatan koheren permukaan matrik/serat, melindungi serat, memisahkan serat, melepas ikatan, dan stabil setelah proses manufaktur.

Untuk penggunaan yang sering ditemui di industri adalah jenis polimer, adapun jenis polimer yang ada adalah :

- a. Resin *Polyester*, merupakan resin yang sering digunakan pada proses manufacturing, pada pelapisan yang digunakan katalis untuk mempercepat pengerasan dari resin tersebut.
  - ❖ Massa Jenis : 1,2 Gram/cm<sup>3</sup>
  - ❖ Modulus Young : 3,2 Gpa
  - ❖ Angka Possion : 0,33
  - ❖ Kekuatan Tarik : 65 Mpa
- b. Resin *Epoxy*, merupakan pengkondisian antar epokloridrin dengan senyawa polihidroksi.
  - ❖ Massa Jenis : 1,19 Gram/cm<sup>3</sup>
  - ❖ Modulus Young : 3,65 Gpa
  - ❖ Angka Possion : 0,35
  - ❖ Kekuatan Tarik : 76 Mpa
- c. Resin *Silicon*, merupakan senyawa organic yang merupakan ikatan antar silicon dengan atom oksigen.
  - ❖ Massa Jenis : 1,20 Gram/cm<sup>3</sup>
  - ❖ Modulus Young : 3,2 Gpa
  - ❖ Angka Possion : 0,37
  - ❖ Kekuatan Tarik : 85 Mpa
- d. Resin *Furin*, merupakan resin yang diperoleh dengan proses kondensasi filfuril alkohol dengan fulfural.
  - ❖ Massa Jenis : 1,12 Gram/cm<sup>3</sup>
  - ❖ Modulus Young : 3,4 Gpa
  - ❖ Kekuatan Tarik : 85 Mpa
- e. Resin *Felonix*, merupakan resin yang diperoleh dengan proses kondensasi fhenolphenol dengan aldehid.
  - ❖ Massa Jenis : 1,15 Gram/cm<sup>3</sup>
  - ❖ Modulus Young : 3, Gpa
  - ❖ Kekuatan Tarik : 50 Mpa

- Resin polyester mempunyai keunggulan dan kelemahan, yaitu,
- Keunggulan
    - a) Viskositas rendah sehingga mempermudah proses pembasahan atau pengisian celah antara serat dan penguat
    - b) Harga relatif rendah
    - c) Ketahanan terhadap lingkungan korosif sangat baik kecuali pada larutan alkali
  - Kelemahan
    - a) Pada saat pengeringan terjadi penyusutan dan terjadi kenaikan temperature. Sehingga lamina menjadi getas. Hal ini biasanya disebabkan oleh penambahan katalis dan accelerator sehingga waktu curing menjadi lebih cepat.
    - b) Mudah terjadi cacat permukaan atau goresan
    - c) Mudah terbakar

**Tabel 2.6** Spesifikasi Unsaturated Polyester Resin Yukalac 157 BTQN-EX (Justus,2001 dalam Nurmaulita,2010)

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat jenis	-	1,215	25 °C
Penyerapan air	%	0,188	24 jam
(suhu ruang)		0,466	7 hari
Keteguhan Lentur	kgf/mm <sup>2</sup>	9,4	-
Modulus Fleksural	kgf/mm <sup>2</sup>	300	-
Keteguhan Tarik	kgf/mm <sup>2</sup>	5,5	-
Modulus Tarik	kgf/mm <sup>2</sup>	300	-
Elongasi	%	2,1	-

Catatan : Kekentalan (Poiso, pada 25 °C): 4,5-5,0; Thixotropic Index: > 1,5; Waktu gel (menit, pada 30 °C) : 20-30; Lama dapat disimpan (bulan):<6, pada 25 °C. Formasi : Bagian :100;MEKPO : 1

## 2.10 Katalis Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO)

Katalis yang digunakan adalah katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO) C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O dengan bentuk cair, berwarna bening. Fungsi dari katalis adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matrik suatu komposit. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matrik akan mempercepat proses laju pengeringan, tetapi akibat mencampurkan katalis terlalu banyak adalah membuat komposit menjadi getas. Pada saat mencampurkan katalis ke dalam matriks maka akan timbul reaksi panas (600–9000 C).

## 2.11 Kadar Air (*Moisture*)

Kadar air (*moisture*) dari serat alam sangat menentukan kekuatan ikatan antar selulose dan ketahanan serat terhadap lingkungan. Jumlah kadar air yang terlalu besar akan mengurangi daya ikat antar selulosa dan lignin penyusun serat. sedangkan kadar air yang kurang akan menimbulkan serat menjadi rapuh dan tidak fleksibel. Oleh karena perlu adanya kontrol kadar air serat, sehingga diperoleh kadar air serat paling optimum.



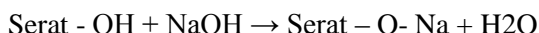
Kandungan air sangat mempengaruhi daya ikat (adhesi) antara serat dan resin. Jadi jika serat dengan kadar air tinggi diaplikasikan dengan resin polimer, maka ikatan interfisial menjadi lemah. Hal ini disebabkan kandungan air bisa mengisi daerah antar serat dan resin, sehingga menyebabkan ikatan ini menjadi licin. Jadi dengan pengurangan kadar air diharapkan akan diperoleh kekuatan optimal dari serat daun nanas (Dody Ariawan dkk, 2004).

Pengurangan kadar air ini biasanya menggunakan pemanasan pada suhu dan waktu tertentu. Sebab pemakaian suhu yang terlalu tinggi (atau tidak terkontrol) akan menimbulkan kerusakan pada serat.

Kadar air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik serat, sebab kadar air merupakan salah satu campuran pengikat pada selulosa. Sehingga jika kadar air dalam serat terlalu besar atau terlalu kecil, hal ini akan menimbulkan fluktuasi penurunan kekuatan serat akibat rusaknya ikatan sel selulose (Wijang Wisnu R dkk, 2004)

## 2.12 Perlakuan Alkali ( NaOH )

NaOH atau sering disebut alkali digunakan untuk menghilangkan kotoran atau *lignin* pada serat dengan sifat alami serat adalah *hyrophilic*, yaitu suka terhadap air. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hyrophilic* serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matrik secara optimal (Bismarck dkk 2002).



*Alkaline treatment* adalah perlakuan kimia yang paling sering digunakan untuk serat alami. Tujuan dari alkalisasi adalah mengacaukan ikatan *hydrogen* di stuktur serat, sehingga menambah kekasaran serat tersebut. Proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, *wettability* serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat. Selain itu, pengurangan hemiselulosa, lignin atau pektin, akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang baik (Maryanti et al, 2011).

Lokantaro, (2007) diketahui bahwa untuk mengetahui perilaku perubahan sifat fisis dan mekanis bahan komposit menggunakan serat alami yaitu tapis kelapa sebagai penguat dan *epoxy* 7120 dengan *versamid* 140 sebagai *matriks*. Perlakuan terhadap serat dilakukan dengan NaOH dan KMnO<sub>4</sub> dengan persentase masing-masing 0,5%, 1%, dan 2% berat. Perbandingan *epoxy* dan *hardener* yaitu 7:3 dan 6:4, serta orientasi serat tapis 0°, 45° dan 90°. Hasil dari penelitian didapatkan variasi persentase 0,5%, 1%, and 2% berat NaOH dan KMnO<sub>4</sub> memberi pengaruh dimana semakin besar persentasenya permukaan serat menjadi semakin bersih, kadar *wax* berkurang dan lebih kasar sehingga ikatan serat dengan matrik semakin kuat sehingga meningkatkan kekuatan tarik.

Diharjo dkk, (2005) dalam penelitiannya menyatakan bahwa perlakuan alkali (5% NaOH) serat kenaf dapat membersihkan lapisan lilin (*lignin* dan kotoran) pada permukaan serat sehingga menghasilkan *mechanical interlocking* antara serat dengan

matrik polister. Pada perlakuan serat selama 0, 2, 4, 6, dan 8 jam, kekuatan tarik bahan komposit kenaf acak - *unsaturated* polister memiliki kekuatan tertinggi pada perlakuan serat selama 2 jam sedangkan untuk kekuatan bending mempunyai nilai tertinggi pada perlakuan serat selama 1 jam.

### 2.13 Penentuan Komposisi Volume Komposit

Salah satu factor yang sangat penting dalam menentukan karakteristik material komposit adalah kandungan (presentase) antara matriks dan serat. Sebelum melakukan proses pencetakan komposit, terlebih dahulu dilakukan perhitungan mengenai volume komposit ( $V_c$ ), Volume Serat ( $V_s$ ) dan massa serat ( $m_s$ ) sebelum komposit dicetak (Gibson, 1994). Volume komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_c = P.L.T$$

Dimana :

$V_c$  : Volume komposit sebelum dicetak ( $m^3$ )  
 $P$  : Panjang komposit sebelum dicetak ( $m^3$ )  
 $L$  : Lebar komposit sebelum dicetak ( $m^3$ )  
 $T$  : Tinggi komposit sebelum dicetak ( $m^3$ )

Volume serat ( $V_s$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_s = \frac{f_{vs} \times V_c}{100\%}$$

Dimana :

$V_s$  : Volume serat sebelum dicetak ( $m^3$ )  
 $f_{vs}$  : Fraksi volume serat yang digunakan (%)

Massa serat ( $m_s$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$m_s = \rho_s \cdot V_s$$

Dimana :

$m_s$  : Massa serat sebelum dicetak ( kg)  
 $\rho_s$  : Massa jenis serat sebelum dicetak ( $kg/m^3$ )

### 2.14 ASTM (American Society of Testing and Material)

ASTM Internasional merupakan organisasi internasional sukarela yang mengembangkan standardisasi teknik untuk material, produk, sistem dan jasa. ASTM merupakan singkatan dari American Society for Testing and Material, dibentuk pertama kali pada tahun 1898. ASTM mempunyai lebih dari 12.000 buah standar. Standar ASTM banyak digunakan pada negara-negara maju maupun berkembang dalam penelitian akademisi maupun industri.

Pada evaluasi atau pengukuran suatu besaran, terdapat beberapa prosedur yang harus dilakukan dengan benar supaya hasilnya dapat dipertanggung jawabkan. Prosedur – prosedur itu sendiri akan mengikuti salah satu standar baku yang ditetapkan oleh suatu badan atau otoritas tertentu, misalnya ASTM (American Society for Testing and Materials), JIS (Japan Industrial Standards), BS (British Standard), DIN (Jerman), atau SNI (Standar Nasional Indonesia).

## 2.15 Proses Pembuatan Komposit

Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam pembuatan komposit adalah metode *hand lay up*. Metode *hand lay-up* dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahap pertama adalah meletakkan serat pada cetakan kaca. Tahap kedua adalah menuang matrik ke dalam cetakan. Tahap ketiga adalah penekanan pada permukaan untuk meratakan dan menghilangkan udara yang terperangkap. Dan tahap terakhir adalah pengeringan komposit.

Ada beberapa pertimbangan mengapa dipilih metode *hand lay up* karena biayanya murah, dapat digunakan untuk benda besar maupun kecil, alat yang digunakan sederhana, bisa digunakan untuk serat pendek maupun panjang dan pengerjaannya mudah. Namun, metode ini juga memiliki beberapa kekurangan seperti kekuatan lapisan tergantung oleh pengerjaan tangan yang melapisi, keseragaman produk kurang dan pengerjaan lama

## 2.16 Pengujian Tarik

Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan ini bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat

Besarnya tegangan dan regangan pada pengujian tarik dapat dinyatakan dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = P / A$$

P = beban ( N )

A = luas penampang ( mm )<sup>2</sup>

$\sigma$  = tegangan ( Mpa )

Besarnya regangan merupakan akumulasi jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur ( *gage length* ). Sedangkan nilai regangan adalah regangan proporsional yang di dapat dari garis proporsional pada grafik tegangan – regangan hasil uji tarik komposit

$$\varepsilon = \Delta L / L$$

$\Delta L$  = pertambahan panjang ( mm )

L = panjang daerah

Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan :

$$E = \sigma / \varepsilon$$

E = modulus elastisitas tarik ( Mpa )

$\sigma$  = kekuatan tarik ( Mpa )

$\varepsilon$  = regangan ( mm / mm )

## 2.17 Pengujian Bending

Pengujian ini merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang diletakkan terhadap spesimen dan bahan, baik bahan yang akan digunakan pada kontraksi atau komponen yang akan menerima pembebanan terhadap suatu bahan pada satu titik tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan.

Uji lengkung ( *bending test* ) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Pada material yang homogen pengujian batang sederhana dengan dua titik dukungan dan pembebanan pada tengah-tengah batang uji (*three point bending*), maka tegangan maksimum dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2}$$

$\sigma$  = Kekuatan *bending*, MPa  
 $P$  = Beban, N  
 $L$  = Panjang span, mm  
 $b$  = lebar batang uji, mm  
 $d$  = tebal batang uji, mm

## 2.18 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Teguh Sulistyio Hadi dkk (2016), dalam analisa teknis penggunaan serat daun nanas sebagai alternative bahan komposit pembuatan kulit kapal ditinjau dari kekuatan tarik, bending dan impact dengan perbandingan fraksi volume 70% matriks polyester dan 30% serat daun nanas diketahui bahwa kekuatan tarik komposit serat daun nanas dengan perlakuan pola anyaman variasi arah serat sudut bersilangan 0°, 11.25°, 22.50° dan 45. Penelitian ini menunjukan komposit serat daun nanas dengan arah sudut bersilangan 45° memiliki kekuatan tarik yang paling besar dibandingkan dengan sudut lainnya dan dengan arah sudut bersilangan 22.50° memiliki kuat lentur yang paling besar dibandingkan dengan sudut lainnya. Akan tetapi, nilai hasil pengujian tersebut, nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas belum dapat digunakan sebagai serat penguat dalam pembuatan kulit badan kapal karena belum memenuhi nilai standar persyaratan yang disyaratkan oleh pihak BKI.

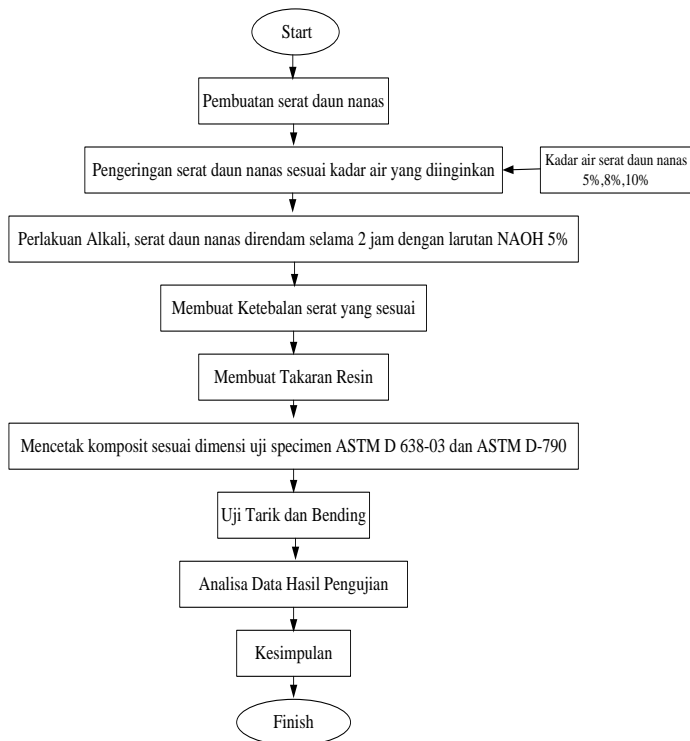
Rasfa, A.H. & Tim MiRC-1, (2010) menyimpulkan bahwa komposit serat nanas berpotensi untuk menjadi bahan pengganti kayu dan serat ijuk, karena komposit serat nanas yang telah diberi resin, memiliki kekuatan 1,8 kali lebih kuat dibandingkan kayu.

Agus dkk, (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pengeringan pada serat batang pisang untuk digunakan sebagai bahan komposit dilakukan dengan di oven selama satu jam pada suhu 35° sehingga didapatkan kadar air berkisar 8-12%

## BAB III

### METODOLOGI

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental atau metode pengujian. Pengujian terhadap kekuatan tarik dan bending dari komposit serat daun nanas yang kemudian hasil pengujian akan dibandingkan dengan kekuatan dari serat gelas (*Fiberglass Reinforced Plastic*) berdasarkan peraturan BKL.



**Gambar 3.1** Alur Penelitian

### 3. 1 Bahan dan Alat

#### 3.1.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Serat daun nanas yaitu serat alam yang digunakan sebagai bahan penguat komposit
2. Resin polyester tipe Yukalac 157 BTQN dan hardener yang berfungsi sebagai matrik
3. Wax yang berfungsi sebagai pelapis antara cetakan dengan komposit, sehingga komposit dapat dengan mudah dilepas dari cetakan
4. Larutan alkali 5% NaOH yaitu untuk melepaskan lapisan yang menyerupai lilin dipermukaan serat seperti lignin, hemiselulosa dan kotoran lain yang melekat pada serat

5. Aquades yaitu untuk menghilangkan kadar NaOH yang masih ada dalam serat daun nanas

### 3.1.2 Alat

Adapun alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Cetakan benda uji dan bahan kaca yang dibentuk sesuai geometri spesimen uji
2. Timbangan digital untuk menimbang
3. Gelas ukur untuk mengukur volume serat dan resin
4. Mesin gerindra potong untuk memotong komposit menjadi benda uji
5. Jangka Sorong untuk mengukur dimensi spesimen uji
6. Mesin Uji Tarik dan *Bending*

## 3. 2 Pengolahan Serat daun nanas

### 3.2.1 Pemisahan Serat Daun Nanas

Langkah-langkah pemisahan serat daun nanas adalah sebagai berikut :

1. Penyortiran daun nanas untuk mendapatkan serat daun nanas yang berkualitas. Serat yang bermutu baik dihasilkan dari daun yang sudah matang/tua dan panjang daun nanas yang biasanya diambil sekitar 4-6 lembar dari satu rumpun/pohon nanas dengan ukuran panjang daun sekitar 0,5 – 0,7 m.
2. Daun nanas yang telah dipilih dan mempunyai panjang sama, secara sejajar dimasukkan ke dalam mesin Dekortikator untuk dilakukan Ekstraksi dengan dilakukan penggilingan
3. Pada serat masih terdapat daging daun yang menempel, sehingga harus dilakukan pengerokan (pembersihan daging daun dari serat). Untuk mempermudah pengerokan, maka setelah dilakukan penggilingan/ekstraksi, serat direndam terlebih dahulu dengan menggunakan air bersih sekitar 5 menit.
4. Proses pengerokan atau memisahkan sisa daging daun dengan serat dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau yang tumpul. Untuk mendapatkan serat yang bersih biasanya pengerokan bisa dilakukan sebanyak 3-4 kali.

### 3.2.2 Pengeringan Serat Daun Nanas

Serat daun nanas yang masih basah dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari. Serat dikeringkan sampai dengan kadar air yang telah ditentukan antara lain 5%, 8% dan 10%. Untuk mengetahui kadar air dari serat yang dikeringkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air serat} = \frac{\text{Berat serat daun yang basah} - \text{Berat serat daun yang dikeringkan}}{\text{Berat serat daun yang dikeringkan}} \times 100\%$$

### 3.2.3 Proses Alkali Serat

Pada penelitian ini serat yang digunakan sebagai penguat adalah serat daun nanas. Proses preparasi alkalisasi meliputi pembuatan larutan NaOH yaitu dengan menghitung perbandingan volume konsentrasi NaOH yang digunakan NaOH 5%. Proses alkalisasi serat sebagai berikut

1. Serat daun nanas yang telah kering dan bersih direndam selama 2 jam dalam larutan NaOH 5%

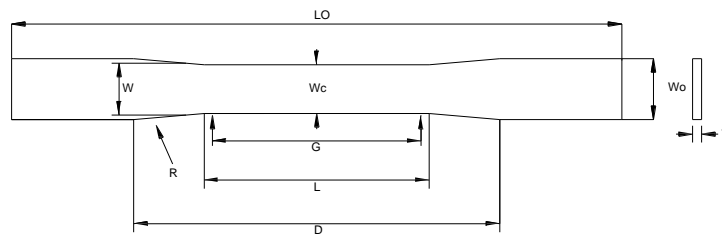
2. Pencucian serat dengan aquades sampai bersih
3. Pengeringan serat pada temperature kamar selama 8 Jam

### 3.3 Membuat Cetakan Komposit

Cetakan pada specimen uji ini menggunakan bahan dari kaca. Dengan dimensi uji sebagai berikut

1. Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM D-638 - 03

Geometri spesimen menurut ASTM D-638-03 "*Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*" dengan tebal 3,2 mm, ditunjukkan pada gambar



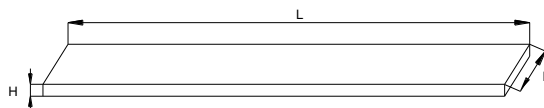
**Gambar 3.2** Dimensi spesimen Uji Tarik

Keterangan :

W	: lebar bagian sempit	: 13	mm
L	: panjang bagian sempit	: 57	mm
Wo	: lebar total minimal	: 19	mm
Lo	: panjang total minimal	: 165	mm
G	: panjang gage	: 50	mm
D	: jarak antar grip	: 115	mm
R	: radius	: 76	mm
Wc	: lebar bagian tengah	: + 0,00 – 0,10	mm

2. Dimensi Spesimen Uji Bending ASTM D-790

Geometri spesimen uji bending D-790 "*Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*" dengan tebal 3,2 mm ditunjukkan pada gambar



**Gambar 3.3** Dimensi spesimen Uji Bending

Keterangan :

L	: Panjang	: 125	mm
B	: Lebar	: 12,7	mm
H	: Ketebalan	: 3,2	mm

### 3.4 Takaran Resin

Mengukur volume resin sesuai dengan perbandingan volume serat penguat yang telah ditentukan diantaranya adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.1** Pebandingan Fraksi Volume Serat Daun Nanas dan Resin

No	Serat Daun Nanas	Resin
1	55%	45%
2		
3		
4	65%	35%
5		
6		
7	75%	25%
8		
9		

### 3.5 Pembuatan Spesimen Komposit

Pembuatan spesimen uji ini dilakukan dengan metode *hand lay up* dengan langkah sebagai berikut:

1. Cetakan kaca dilapisi dengan *wax* secara merata agar spesimen yang dibuat mudah lepas dari cetakan.
2. Mengukur volume resin sesuai dengan perbandingan volume serat penguat
3. Katalis dicampurkan sebanyak 1 % dari volume resin, kemudian diaduk secara merata selama 2 menit dan didiamkan selama kurang lebih 4 menit agar gelembung udara bisa terlepas.
4. Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan kaca dan diratakan dengan menggunakan kuas atau rol cat.
5. Meletakkan serat daun nanas sebagai layer keatas resin yang telah dituang ke dalam cetakan, kemudian di rol atau ditekan-tekan agar gelembung udara yang terperangkap dalam cetakan dapat keluar. Lalu didiamkan selama kurang lebih 15 menit.
6. Membuat campuran resin, dan katalis seperti langkah sebelumnya sebagai pelapis diatas serat daun nanas
7. Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan, lalu diratakan dengan kuas.
8. Dan seterusnya dengan langkah yang sama sampai layer yang ditentukan



### 3.6 Jumlah Specimen Uji

Pada pengujian tarik dan bending ini dibuat 2 sampel specimen disetiap variasi kadar air pada serat sehingga akan didapatkan 36 specimen uji.

**Tabel 3.2** Perbandingan Antara Kadar Air, Serat dan Resin

No	Kadar Air pada Serat	Serat Daun Nanas	Resin
1	5%	55%	45%
2	8%		
3	10%		
4	5%	65%	35%
5	8%		
6	10%		
7	5%	75%	25%
8	8%		
9	10%		

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan spesimen komposit serat daun nanas menggunakan perbandingan variasi fraksi volume serat dan resin yang telah ditentukan. Spesimen dilakukan pengujian tarik dan bending. Berikut ini akan dibahas hasil dari pengujian tersebut.

#### 4.1 Perhitungan Variasi Fraksi Volume Serat

Berdasarkan perbandingan fraksi volume serat dan resin yang telah ditentukan, maka perhitungan massa serat dan resin sebagai berikut

- Fraksi Volume Uji Tarik

Fraksi volume serat daun nanas = 75 %

Panjang cetakan (p) = 16,5 cm

Lebar cetakan (b) = 1,9 cm

Tebal *skin* (t) = 0,32 cm

Massa jenis serat ( $\rho_b$ ) = 0,2768 gram/ cm<sup>3</sup>

Massa jenis resin ( $\rho_m$ ) = 1,2 gram/ cm<sup>3</sup>

- Volume *laminat* serat daun nanas

$$v = p.b.t$$

$$= 16,5 \text{ cm} \times 1,9 \text{ cm} \times 0,32 \text{ cm}$$

$$= 10,032 \text{ cm}^3$$

- Volume serat daun nanas yang dibutuhkan

$$v = Fv_b \times v_{\text{laminat}}$$

$$= 75\% \times 10,032 \text{ cm}^3$$

$$= 7,524 \text{ cm}^3$$

- Massa serat daun nanas yang dibutuhkan

$$m = \rho_b \times v \text{ serat daun nanas}$$

$$= 0,2768 \text{ gram/ cm}^3 \times 7,524 \text{ cm}^3 = 2,082 \text{ gram}$$

- volume resin yang telah diberi hardener

$$V_{\text{hardened resin}} = V_{\text{resin}} + V_{\text{bambu}}$$

$$= 25\% \times 10,032 \text{ cm}^3$$

$$= 2,508 \text{ cm}^3$$

- Massa resin yang dibutuhkan

$$m = \rho_m \times v \text{ resin}$$

$$= 1,2 \text{ gram/ cm}^3 \times 2,508 \text{ cm}^3 = 3,009 \text{ gram}$$

Dari perhitungan fraksi volume, maka dapat dibuat suatu tabel perhitungan. Pada tabel 4.1 menunjukkan perhitungan dari semua variasi fraksi volume.

**Tabel 4.1** Perhitungan Fraksi volume Uji Tarik

Ukuran Lamina (165 x 19 x 3,2 mm)			
No	Fraksi Volume	Konfigurasi	Berat (gram)
1	75% : 25%	Serat	2.083
2		Resin	3.010
3	65% : 35%	Serat	1.805
4		Resin	4.213
5	55% : 45%	Serat	1.527
6		Resin	5.417

- Fraksi Volume Uji Bending

Fraksi volume serat daun nanas = 75 %

Panjang cetakan (p) = 12,5 cm

Lebar cetakan (b) = 1,27 cm

Tebal *skin* (t) = 0,32 cm

Massa jenis serat ( $\rho_b$ ) = 0,2768 gram/ cm<sup>3</sup>

Massa jenis resin ( $\rho_m$ ) = 1,2 gram/ cm<sup>3</sup>

- Volume *laminat* serat daun nanas

$$v = p.b.t$$

$$= 12,5 \text{ cm} \times 1,27 \text{ cm} \times 0,32 \text{ cm}$$

$$= 5,08 \text{ cm}^3$$

- Volume serat daun nanas yang dibutuhkan

$$v = F_v \times v_{\text{laminat}}$$

$$= 75\% \times 5,08 \text{ cm}^3$$

$$= 3,81 \text{ cm}^3$$

- Massa serat daun nanas yang dibutuhkan

$$m = \rho_b \times v_{\text{serat daun nanas}}$$

$$= 0,2768 \text{ gram/ cm}^3 \times 3,81 \text{ cm}^3 = 1,054 \text{ gram}$$

- volume resin yang telah diberi hardener

$$V_{\text{hardened resin}} = V_{\text{resin}} + V_{\text{bambu}}$$

$$= 25\% \times 5,08 \text{ cm}^3$$

$$= 1,27 \text{ cm}^3$$

- Massa resin yang dibutuhkan

$$m = \rho_m \times v_{\text{resin}}$$

$$= 1,2 \text{ gram/ cm}^3 \times 1,27 \text{ cm}^3 = 1,524 \text{ gram}$$

Dari perhitungan fraksi volume, maka dapat dibuat suatu tabel perhitungan. Pada tabel 4.2 menunjukkan perhitungan dari semua variasi fraksi volume.

**Tabel 4.2** Perhitungan Fraksi volume Uji Bending

Ukuran Lamina (125 x 12,7 x3,2 mm)			
No	Fraksi Volume	Konfigurasi	Berat (gram)
1	75% : 25%	Serat	1.055
2		Resin	1.524
3	65% : 35%	Serat	0.914
4		Resin	2.134
5	55% : 45%	Serat	0.773
6		Resin	2.743

## 4.2 Data Hasil Pegujian

Berikut ini merupakan data yang diperoleh pada saat melakukan pengujian tarik dan bending di Laboratorium.

### 1. Pengujian Tarik

Setelah dilakukan uji tarik dengan memasang pembebanan 10 ton dan hasilnya dicatat oleh mesin uji dan untuk menganalisa kekuatan tarik material hasil uji tarik, perlu dilakukan konversi satuan dari (kg/mm<sup>2</sup>) menjadi (N/mm<sup>2</sup>) dimana 1 kg (*force*) = 9,80665  $\approx$  10 *Newton*. Hal ini diperlukan karena untuk perhitungan pengujian material berikutnya menggunakan satuan N/mm<sup>2</sup> menjadi satuan MPa.

**Tabel 4.3** Data Hasil Uji Tarik

Fraksi Volume		Kadar	Spesimen	Panjang Awal	Lebar	Tebal	Luas (Ao)	Beban maksimal spesimen (P)	$\Delta L = (L_{akhir} - L_{awal})$
Serat	Resin	Air (%)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kgf)	(mm)
75%	25%	5	1	167	13	3.2	41.6	186.5	3.32
			2	166	13.3	3.2	42.56	191.8	3.37
		8	1	165	12.8	3.3	42.24	200	4.26
			2	163	12.9	3.4	43.86	222.5	4.31
		10	1	165	13.5	3.2	43.2	240	5.11
			2	164.7	13	3.2	41.6	263.5	5.41
65%	35%	5	1	165	13	3.2	41.6	104	2.12
			2	165	13.1	3.2	41.92	135.5	2.78
		8	1	168	13.2	3.2	42.24	160	3.61
			2	165	13.7	3.2	43.84	150	3.31
		10	1	165	12.7	3.1	39.37	171	3.81
			2	165	13.8	3.2	44.16	184	4.85
55%	45%	5	1	165.5	12.7	3.4	43.18	84	1.98
			2	164	13	3.2	41.6	104	2.7
		8	1	165	12.9	3.2	41.28	160	3.9
			2	167	13.3	3.2	42.56	130	3.56
		10	1	164	13.1	3.2	41.92	150	4.12
			2	165	13.1	3.1	40.61	140	4.56



**Gambar 4.1** Spesimen hasil uji tarik

## 2. Pengujian Bending

Pada data hasil pengujian bending diambil dari sample hasil yang menunjukkan besarnya harga gaya beban max saat menekuk. Pengujian tekuk tersebut didapatkan harga gaya beban (P beban) dan tegangan lentur max ( $\sigma_{max}$ ). Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan data yang didapat pada saat pengujian bending.

**Tabel 4.4** Data Hasil Uji Bending

Fraksi Volume		Kadar	Spesimen	Panjang Awal	Lebar	Tebal	Luas (Ao)	Beban maksimal
Serat	Resin	Air (%)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	spesimen (P) (kgf)
75%	25%	5	1	124.5	12.8	3.1	39.68	10
			2	123.8	12.8	3.5	44.8	12
		8	1	125.3	12.9	3.3	42.57	10
			2	125	12.6	3.2	40.32	10
		10	1	125	12.9	3.4	43.86	14.5
			2	124.5	12.7	3.1	39.37	12
65%	35%	5	1	125.1	12.7	3	38.1	9
			2	125.8	12.7	3.2	40.64	9
		8	1	125	12.5	3.3	41.25	9.5
			2	125.6	12.8	3.2	40.96	9.5
		10	1	125	12.7	3.1	39.37	10
			2	124	12.7	3.2	40.64	10
55%	45%	5	1	127	12.6	3.5	44.1	6.5
			2	126	12.7	3.4	43.18	6
		8	1	128	12.7	3.4	43.18	5
			2	125	12.7	3.3	41.91	5
		10	1	125	12.5	3.2	40	8
			2	125	12.7	3.1	39.37	7.5



**Gambar 4.2** Spesimen hasil uji bending

### 4.3 Hasil Perhitungan Data Pengujian

#### 4.3.1 Hasil Perhitungan Kekuatan Tarik

Dari data hasil pengujian tarik maka dapat dibuat suatu tabel perhitungan. Pada tabel 4.5 menunjukkan perhitungan dari semua uji tarik yang dilakukan. Pembuatan tabel ini untuk mempermudah dalam menganalisa dan menggambarkan grafik.

**Tabel 4.5** Perhitungan Data Uji Tarik

Fraksi Volume		Kadar	Spesimen	Beban maksimal	Beban maksimal	$\sigma$ (tegangan)	$\sigma$ (tegangan)
Serat	Resin	Air (%)		spesimen (P)	spesimen (P)	$\sigma$ (tegangan)	rata-rata
				(kgf)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
75%	25%	5	1	186.5	1828.940225	43.9649093	44.0796758
			2	191.8	1880.91547	44.1944424	
		8	1	200	1961.33	46.4330019	48.0908697
			2	222.5	2181.979625	49.7487375	
		10	1	240	2353.596	54.4813889	58.2990151
			2	263.5	2584.052275	62.1166412	
65%	35%	5	1	104	1019.8916	24.516625	28.107562
			2	135.5	1328.801075	31.6984989	
		8	1	160	1569.064	37.1464015	35.3500883
			2	150	1470.9975	33.5537751	
		10	1	171	1676.93715	42.5942888	41.7276652
			2	184	1804.4236	40.8610417	
55%	45%	5	1	84	823.7586	19.0773182	21.7969716
			2	104	1019.8916	24.516625	
		8	1	160	1569.064	38.0102713	33.9823972
			2	130	1274.8645	29.954523	
		10	1	150	1470.9975	35.0905892	34.4491483
			2	140	1372.931	33.8077075	

Besarnya tegangan pada pengujian tarik dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = P / A$$

Keterangan :

$\sigma$  = Tegangan (Mpa)

P = Beban Maksimal Spesimen (N)

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

Fraksi Volume		Kadar	Spesimen	$\Delta L = (L_{akhir} - L_{awal})$	$\varepsilon$	E	E (Modulus Elastisitas)
Serat	Resin	Air (%)		(mm)	(regangan)	Modulus elastisitas (Gpa)	(rata-rata) (Gpa)
75%	25%	5	1	3.32	0.0288696	1522.880893	1515.499924
			2	3.37	0.0293043	1508.118955	
		8	1	4.26	0.0370435	1253.473056	1290.437782
			2	4.31	0.0374783	1327.402508	
		10	1	5.11	0.0444348	1226.097793	1273.253494
			2	5.41	0.0470435	1320.409194	
65%	35%	5	1	2.12	0.0184348	1329.911262	1320.590051
			2	2.78	0.0241739	1311.26884	
		8	1	3.61	0.0313913	1183.33412	1174.54986
			2	3.31	0.0287826	1165.7656	
		10	1	3.81	0.0331304	1285.654386	1127.262223
			2	4.85	0.0421739	968.8700601	
55%	45%	5	1	1.98	0.0172174	1108.026057	1076.126339
			2	2.7	0.0234783	1044.22662	
		8	1	3.9	0.033913	1120.815693	1044.223878
			2	3.56	0.0309565	967.6320641	
		10	1	4.12	0.0358261	979.4703301	916.0384938
			2	4.56	0.0396522	852.6066575	

Besarnya regangan dan modulus elastisitas pada pengujian tarik dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

▪ Regangan

$$\varepsilon = \Delta L / L$$

Keterangan :

$\Delta L$  = pertambahan panjang ( mm )

L = panjang daerah ( mm )



▪ Modulus Elastisitas

$$E = \sigma / \varepsilon$$

Keterangan :

E = modulus elastisitas tarik ( Mpa )

$\sigma$  = kekuatan tarik ( Mpa )

$\varepsilon$  = regangan ( mm / mm )

### 4.3.2 Hasil Perhitungan Uji Bending

Dari data hasil pengujian bending maka dapat dibuat suatu tabel perhitungan. Pada tabel 4.6 menunjukkan perhitungan dari semua uji bending yang dilakukan. Pembuatan tabel ini untuk mempermudah dalam menganalisa dan menggambarkan grafik.

**Tabel 4.6** Perhitungan Data Uji Bending

Fraksi Volume		Kadar	Spesimen	Panjang Span	Lebar	Tebal	Beban maksimal spesimen (P)	Beban maksimal spesimen (P)	$\sigma$ (tegangan)	$\sigma$ (tegangan) rata rata
Serat	Resin	Air (%)		(mm)	(mm)	(mm)	(kgf)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
75%	25%	5	1	104	12.8	3.1	10	98.0665	124.3689354	120.7241641
			2	104	12.8	3.5	12	117.6798	117.0793929	
		8	1	104	12.9	3.3	10	98.0665	108.8999509	113.7349689
			2	104	12.6	3.2	10	98.0665	118.569987	
		10	1	104	12.9	3.4	14.5	142.196425	148.7529995	149.5854307
			2	104	12.7	3.1	12	117.6798	150.417862	
65%	35%	5	1	104	12.7	3	9	88.25985	120.4596378	113.1661832
			2	104	12.7	3.2	9	88.25985	105.8727285	
		8	1	104	12.5	3.3	9.5	93.163175	106.7655118	108.8234881
			2	104	12.8	3.2	9.5	93.163175	110.8814644	
		10	1	104	12.7	3.1	10	98.0665	125.3482183	121.4922917
			2	104	12.7	3.2	10	98.0665	117.636365	
55%	45%	5	1	104	12.6	3.5	6.5	63.743225	64.42463946	63.4734714
			2	104	12.7	3.4	6	58.8399	62.52230335	
		8	1	104	12.7	3.4	5	49.03325	52.10191946	53.70468742
			2	104	12.7	3.3	5	49.03325	55.30745537	
		10	1	104	12.5	3.2	8	78.4532	95.6148375	94.81300062
			2	104	12.7	3.1	7.5	73.549875	94.01116373	

Besarnya tegangan pada pengujian bending dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Keterangan :

- $\sigma$  = Kekuatan *bending*, (MPa)  
P = Beban maksimal spesimen, (N)  
L = Panjang span, (mm)  
b = lebar batang uji, (mm)  
d = tebal batang uji, (mm)

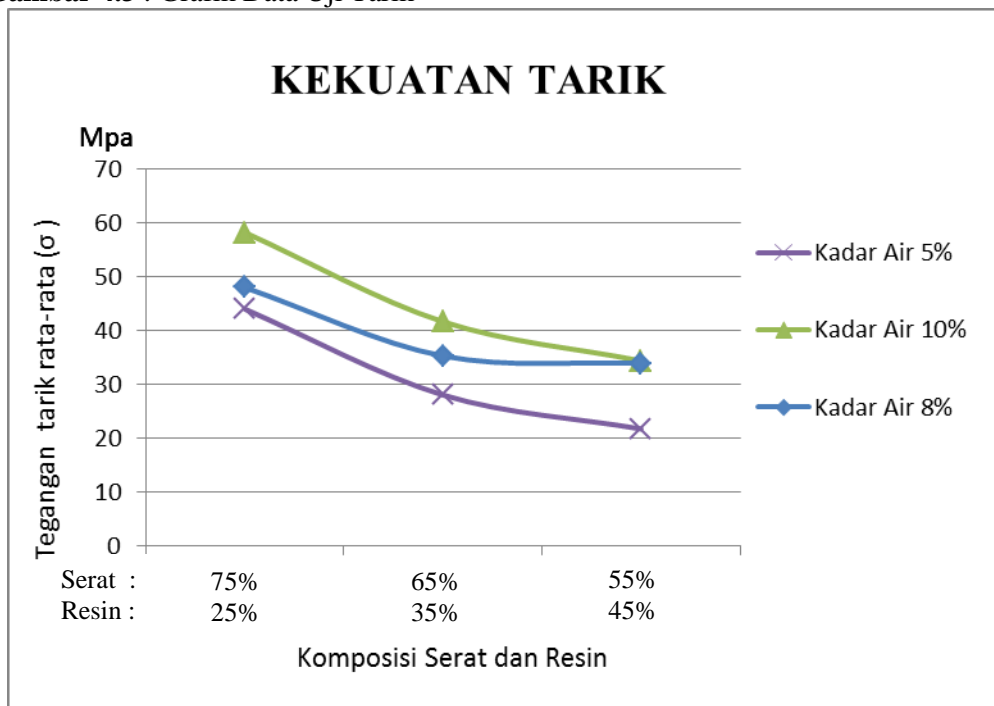
#### 4.4 Analisa Grafik Data Pengujian

Untuk mempermudah menganalisa hasil data pengujian, maka perlu dibuat grafik dari perhitungan data-data yang telah dilakukan. Berikut adalah grafik dari hasil perhitungan tabel 4.7 (Perhitungan Uji Tarik) dan tabel 4.9 (Perhitungan Uji Bending).

##### 4.4.1 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik merupakan kemampuan untuk menerima beban atau tegangan tanpa menyebabkan komposit menjadi rusak atau putus. Ini dinyatakan dengan tegangan maksimal sebelum putus yaitu ultimate tensile strength (UTS).

**Gambar 4.3 :** Grafik Data Uji Tarik

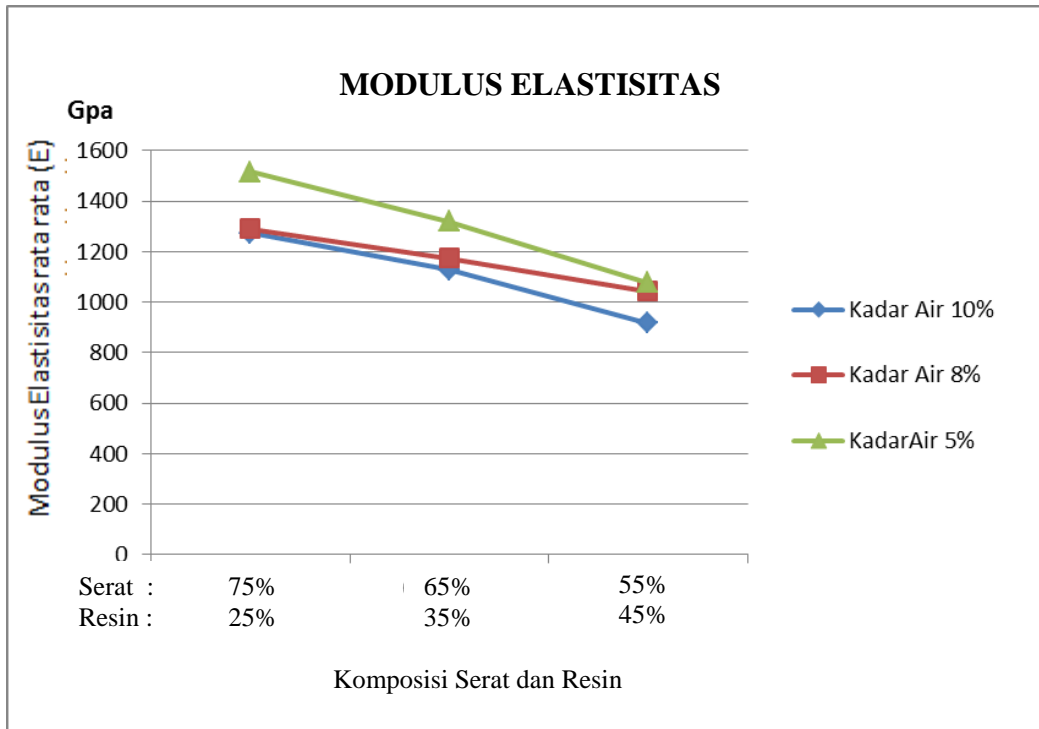


Dari gambar grafik 4.3 ini, dapat dilihat masing-masing kekuatan uji tarik dari benda uji. Dari pengolahan data diketahui bahwa pada fraksi volume 75:25 dengan kadar air 10% diperoleh komposit dengan kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 58,299901 Mpa. Sedangkan kekuatan tarik komposit terendah pada fraksi volume 55:45 dengan kadar air 5% yaitu sebesar 21.79697 Mpa. Dari gambar grafik secara garis besar terjadi peningkatan kekuatan tarik komposit dari fraksi volume 55:45 hingga 75:25.

#### 4.4.2 Modulus Elastisitas

Suatu bahan yang memiliki kekakuan tinggi bila mendapat beban (dalam batas elastisnya) akan mengalami deformasi elastic tetapi hanya sedikit saja. Kekakuan bahan biasanya ditunjukkan oleh modulus elastisitas. Makin besar modulus elastisitas komposit maka semakin kaku bahan komposit tersebut.

**Gambar 4.4** : Grafik Data Modulus Elastisitas

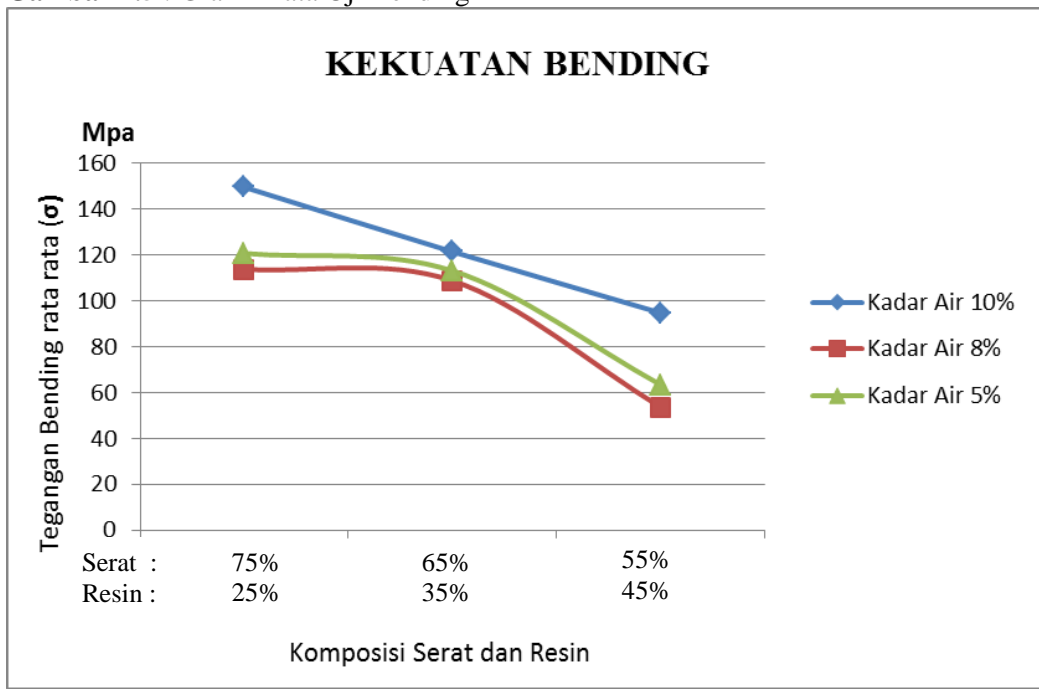


Dari gambar grafik 4.4 ini, dapat dilihat masing-masing nilai modulus elastisitas dari benda uji. Dari pengolahan data diketahui bahwa pada fraksi volume 75:25 dengan kadar air 5% diperoleh komposit dengan modulus elastisitas tertinggi yaitu sebesar 1515.49992 Gpa. Sedangkan modulus elastisitas komposit terendah pada fraksi volume 55:45 dengan kadar air 10% yaitu sebesar 916.03849 Gpa.

#### 4.4.3 Kekuatan Bending

Material komposit mempunyai sifat tekan yang lebih baik dibanding sifat tarikannya. Pada pengujian bending ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dari material komposit.

**Gambar 4.5 : Grafik Data Uji Bending**



Dari gambar grafik 4.5 ini, dapat dilihat masing-masing nilai kekuatan bending dari benda uji. Dari pengolahan data diketahui bahwa pada fraksi volume 75:25 dengan kadar air 10% diperoleh komposit dengan kekuatan bending tertinggi yaitu sebesar 149.5854307 Mpa. Sedangkan kekuatan bending komposit terendah pada fraksi volume 55:45 dengan kadar air 8% yaitu sebesar 53.70468742 Mpa.

#### **4.5 Analisa Pembahasan Data**

Berikut ini adalah analisa yang perlu dicermati dalam penelitian ini.

##### **4.5.1 Analisa Hasil Pengujian Kekuatan Tarik**

Dalam pengujian kekuatan tarik terdapat 18 kali percobaan dengan sampel komposit 3 variasi ukuran kadar air dan 3 variasi fraksi volume. Pada masing-masing fraksi volume dan kadar air memiliki 2 spesimen dengan standart ASTM D 638 - 03, sesuai dengan tabel 4.5 untuk keterangan masing-masing benda uji. Berdasarkan data hasil pengujian tarik diketahui bahwa dengan bertambahnya presentase fraksi volume sangat berpengaruh terhadap kekuatan tariknya. Semakin besar fraksi volume serat maka akan semakin besar pula nilai kekuatan tarik yang didapatkan. Komposit yang memiliki kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume 75% dan nilai terendah pada

komposit dengan fraksi volume 55%. Ini membuktikan bahwa penggunaan serat daun nanas sebagai penguat matrik dapat memperkuat komposit.

Dari Gambar 4.3 pada volume 75% menunjukkan bahwa semakin besar presentase fraksi volume serat daun nanas maka presentase nilai kekuatan tarik juga semakin besar. Hal ini dikarenakan, semakin bertambahnya penguat maka semakin menambah kekuatan tarik suatu komposit dan semakin sedikit cacat yang dimiliki oleh spesimen komposit. Kandungan penguat yang tinggi akan menghasilkan kekuatan yang tinggi pula. Disisi lain dengan meningkatnya kandungan resin, berarti meningkatkan ketahanan komposit tersebut. Semakin banyak jumlah serat yang digunakan akan semakin memberikan kontribusi pada material yang terbentuk dalam menanggung beban sehingga material akan mampu menanggung beban yang lebih besar. Begitu juga sebaliknya pada komposit dengan fraksi volume 55%, mempunyai nilai kekuatan paling rendah diantara fraksi volume 65% dan 75%. Ini dikarenakan kurangnya bahan penguat matriks yang ada di dalam komposit. Sehingga jumlah serat yang hanya 55% dari jumlah komposit, tidak mampu menahan beban yang lebih besar dan menghasilkan nilai pengujian yang relative rendah.

Berdasarkan gambar 4.3 menunjukkan kadar air serat yang optimal pada kadar air 10% untuk menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi. Sedangkan kadar air 5% menghasilkan kekuatan komposit yang rendah. Sehingga pada pengujian tarik ini, semakin tinggi nilai kadar air pada serat alam maka akan semakin besar nilai kekuatan tarik yang diperoleh dari komposit. Kadar air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik serat, sebab kadar air merupakan salah satu campuran pengikat pada selulosa. Sehingga jika kadar air dalam serat terlalu besar atau terlalu kecil, hal ini akan menimbulkan fluktuasi penurunan kekuatan serat akibat rusaknya ikatan sel selulose. Kandungan air sangat mempengaruhi daya ikat(adhesi) antara serat dan resin.

Pada pengujian kekuatan tarik ini, ditemui adanya komposit yang mengalami retakan. Biasanya retakan ini terjadi karena terbentuknya rongga (void) pada komposit. *Void* yang terdapat pada komposit terjadi karena adanya udara yang terjebak saat proses pengadukan atau karena proses pengadukan yang kurang baik, saat proses pencetakan, bahkan pada preparasi spesimen. *Void* juga dapat mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada pengujian tarik, komposit akan berakibat lolosnya serat dari matrik.

Berdasarkan gambar 4.4 untuk modulus elastisitas komposit yang diuji diperoleh nilai yang bervariasi naik dan turun. Kekuatan modulus elastisitas merupakan kekuatan kekakuan tinggi apabila diberi beban (dalam batas elastis) akan mengalami deformasi elastis. Sedangkan hasil yang diperoleh yaitu pada fraksi volume 75% diperoleh komposit dengan modulus elastisitas tertinggi dan modulus elastisitas komposit terendahnya pada fraksi volume 55 %. Untuk kadar air yang menghasilkan modulus elastisitas tinggi pada kadar air 5% dan kadar air 10% menghasilkan modulus elastisitas yang rendah. Sehingga pada pengujian ini, semakin rendah nilai kadar air pada serat alam maka akan semakin besar nilai modulus elastisitas yang diperoleh dari

komposit. Tetapi kadar air yang terlalu besar atau terlalu kecil dapat menimbulkan fluktuasi penurunan modulus elastisitas.

#### **4.5.2 Analisa Hasil Pengujian Kekuatan Bending**

Dalam pengujian kekuatan tarik terdapat 18 kali percobaan dengan sampel komposit 3 variasi ukuran kadar air dan 3 variasi fraksi volume. Pada masing-masing fraksi volume dan kadar air memiliki 2 spesimen dengan standart ASTM D-790, sesuai dengan tabel 4.6 untuk keterangan masing-masing benda uji. Seperti pengujian tarik bahwa berdasarkan data hasil uji bending diketahui bahwa dengan bertambahnya presentase fraksi volume sangat berpengaruh terhadap kekuatan bendingnya. Semakin besar nilai fraksi volume serat maka akan semakin besar pula nilai kekuatan bending yang didapatkan.

Komposit yang memiliki kekuatan bending tertinggi pada fraksi volume 75% dikarenakan perbandingan tersebut yang dapat bercampur secara sempurna terlihat dari pengujian bending tersebut, kemudian diikuti fraksi volume 65% dan nilai terendah kekuatan bending pada komposit dengan fraksi volume 55%. Dalam komposit serat daun nanas ini terbentuk ikatan antara resin terhadap serat sehingga berpengaruh pada kekuatan bending yang dimilikinya. Hal ini disebabkan pengaruh serat daun nanas dan resin dalam membentuk ikatannya yang mampu menahan gaya bending yang diterimanya dengan meneruskan gaya ke arah matriks.

Berdasarkan gambar 4.5 menunjukkan kadar air serat yang optimal pada kadar air 10% untuk menghasilkan kekuatan bending yang tinggi. Sedangkan kadar air 8% menghasilkan kekuatan komposit yang rendah tetapi jika mengacu pada kecenderungan, seharusnya kadar air 5% yang menghasilkan nilai kekuatan bending yang rendah. Sehingga pada pengujian ini semakin tinggi nilai kadar air pada serat alam maka akan semakin besar nilai kekuatan bending yang diperoleh dari komposit. Kadar air merupakan salah satu campuran pengikat pada selulosa. Jumlah kandungan air yang terlalu besar akan mengurangi daya ikat antar selulosa dan lignin penyusun serat. Sedangkan kadar air yang kurang akan menimbulkan serat menjadi rapuh dan tidak fleksibel.

#### **4.5.3 Analisa Perbandingan Komposit Serat Daun Nanas Terhadap Fiberglass**

Analisa ini akan membandingkan nilai kekuatan tarik komposit serat daun nanas dengan nilai kekuatan tarik fiberglass pada pengujian sebelumnya. Parameter yang sama yang dijadikan acuan perbandingan yaitu pada sudut serat dan jumlah layer pada pembuatan komposit. Sudut serat yang digunakan adalah sudut  $0^0$  dan jumlah layer yang dibuat adalah 1 layer. Pada penelitian yang dilakukan oleh Iwan Kamajaya pada “Komposit Fiberglass Sebagai Bahan Alternatif Lambung Kapal” diperoleh nilai kekuatan tarik tertinggi adalah 29,99895 Mpa. Sedangkan nilai kekuatan tarik tertinggi pada komposit serat daun nanas adalah 58,29901 Mpa. Nilai kekuatan tarik yang dihasilkan oleh komposit daun nanas mendekati 2 kali lebih tinggi dibandingkan nilai kekuatan tarik fiber glass. Berdasarkan perbandingan tersebut dapat diperoleh bahwa nilai kekuatan tarik serat daun nanas lebih besar daripada nilai kekuatan tarik fiberglass. Sehingga serat daun nanas layak untuk menjadi pengganti fiberglass.

Tanaman nanas banyak dibudidayakan di Indonesia sehingga mudah sekali untuk ditemukan tetapi pada limbah daun nanas belum banyak dimanfaatkan oleh sebagian

kalangan masyarakat. Pada umumnya limbah daun nanas dikembalikan ke lahan untuk digunakan sebagai pupuk. Oleh sebab itu, dengan banyaknya daun nanas dapat dimanfaatkan seratnya dalam pembuatan lambung kapal. Selain itu dalam segi ekonomi, harga serat alam lebih murah daripada harga fiberglass.

#### **4.6 Perbandingan Hasil Uji Terhadap Peraturan BKI**

Dari hasil pengujian kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit serat daun nanas pada sudut  $0^0$  dengan jumlah layer adalah 1 layer maka didapatkan nilai uji tertinggi dengan fraksi volume 75%:25% dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Kekuatan Tarik : 58,29901 Mpa
2. Modulus Elastisitas : 1515.4999 Gpa
3. Kekuatan Bending : 149.5854 Mpa

Berikut standart BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) untuk dijadikan sebagai bahan alternatif pembuatan lambung kapal :

1. Kekuatan Tarik : 98 Mpa
2. Modulus Elastisitas :  $6,86 \times 10^3$  Gpa
3. Kekuatan Bending : 150 Mpa

Mengacu pada persyaratan BKI diatas dan membandingkan nilai hasil uji tarik dan bending tertinggi dari variasi fraksi volume dapat dilihat bahwa variasi tersebut pada sudut  $0^0$  dengan jumlah layer adalah 1 layer belum memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Biro Klasifikasi Indonesia. Apabila dilakukan variasi sudut dan variasi jumlah layer kemungkinan dapat diperoleh nilai yang memenuhi standart BKI. Dari perbandingan nilai kekuatan tarik diperoleh bahwa nilai kekuatan tarik serat daun nans lebih besar daripada fiberglass. Oleh sebab itu serat daun nanas layak dijadikan pengganti fiberglass pada pembuatan kulit kapal.

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Pada penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu

1. Bertambahnya presentase fraksi volume serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan bending. Semakin besar fraksi volume serat maka akan semakin besar pula nilai kekuatan tarik dan kekuatan bending yang didapatkan
2. Variasi kadar air memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit.
3. Fraksi volume pada percobaan ini pada variasi 75% serat dan 25% resin dan kadar air 10% menghasilkan nilai kekuatan tertinggi dimana nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 58,29901 Mpa dan kekuatan bending tertinggi sebesar 149.5854 Mpa
4. Fraksi volume pada percobaan ini pada variasi 75% serat dan 25% resin dan kadar air 8% menghasilkan nilai modulus elastisitas tinggi sebesar 1515.4999 Gpa
5. Dari hasil pengujian tarik, dan bending menunjukan bahwa serat daun nanas dengan variasi fraksi volume 75%, 65%, dan 55% dan variasi kadar air 10%, 8% dan 5% pada sudut  $0^0$  dengan jumlah layer adalah 1 layer belum bisa digunakan sebagai serat penguat dalam pembuatan kulit badan kapal karena belum memenuhi nilai standar persyaratan yang disyaratkan oleh pihak BKI
6. Berdasarkan perbandingan pada parameter yang sama, nilai kekuatan tarik serat daun nanas lebih besar yaitu senilai 58,29901 Mpa daripada nilai kekuatan tarik fiberglass sebesar 29,99895 Mpa. Sehingga serat daun nanas layak untuk menjadi pengganti fiberglass.

#### **5.2 Saran**

Dalam penelitian ini penulis merasa masih banyak kekurangan, untuk peneliti selanjutnya perlu mempertimbangkan hal – hal berikut :

1. Menguji sifat mekanis lainnya yang dimiliki oleh komposit berpenguatserat daun nanas dengan matriks polimer polyester, yaitu pada kekuatan impak, kekuatan tekan, kekerasan permukaan, dan lain sebagainya.
2. Dapat dilakukan penelitian tentang komposit dengan menggunakan serat alami lainnya sebagai bahan pengisi atau penggabungan serat alam dengan serat sintetik.
3. Untuk pembuatan specimen uji ini masih dilakukan secara hand lay up yang sangat bergantung pada kemampuan pekerja dan peralatan yang sederhana. Disarankan untuk pembuatan specimen uji sebaiknya dilakukan oleh orang yang sudah ahli dibidang komposit dan dengan peralatan yang lebih modern sehingga diperoleh specimen uji yang benar – benar baik.
4. Pada penelitian ini hanya mengkaji presentase fraksi volume serat saja, sehingga disarankan pada penelitian selanjutnya agar mengkaji mengenai orientasi serat dan variasi serat (dianyam).



## DAFTAR PUSTAKA

- Gibson,R.F.,1994.“Principal of Composite Material Mechanics”. MC.Graw Hill
- Ginting, M. Hendra, dkk “Pengendalian Bahan Komposit”.Tugas Akhir Teknik Kimia, Fakultas Teknik, USU
- Rusmiyatno, Fandhy, 2007. “Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Komposit Nylon/Epoxy Resin Serat Pendek Random”.Tugas Akhir, Fakultas Teknik , UNS
- Sarjito, Joko Sisworo, 2005. “ Pembuatan Konstruksi Kapal Fiberglass”. Majalah Kapal, Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Sulistyo Adi, Setyo. 2010. “Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Komposit Nylon/Epoxy Resin Serat Pendek Random”. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik , UNS
- Oroh, Jonathan. 2013. “Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa”. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik , Universitas Sam Ratulangi Manado
- Sulistyo hadi, Teguh, 2016. “Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact”. Tugas Akhir, Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Kamajaya, Iwan ,2010. “Komposit Fiberglass Sebagai Bahan Alternatif Lambung Kapal”. Tugas Akhir, Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Andri Porwanto,, Daniel. 2008. “Karakterisasi Komposit Berpenguat Serat Bambu DanSerat Gelas Sebagai Alternatif Bahan Baku Industri”. Teknik Fisika, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Misriadi. 2010. “Pemanfaatan Serat Alami (Serabut Kelapa) Sebagai Alternatif Pengganti Serat Sintetis Pada Fiberglass Guna Mendapatkan Kekuatan Tarik Yang Optimal”. Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

# LAMPIRAN

## 1. Alat dan Bahan



**Gambar 1.** Serat Daun Nanas



**Gambar 2.** Resin Polyester tipe Yukalac 157 BTQN



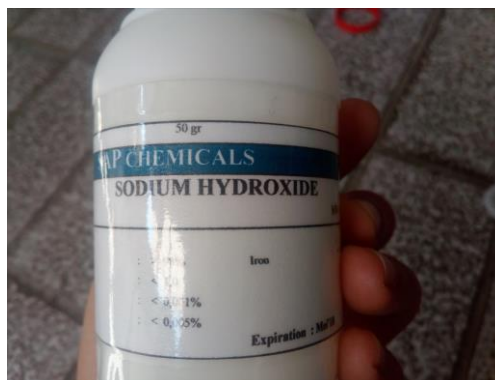
**Gambar 3.** Aquades



**Gambar 4.** Katalis



**Gambar 5.** Wax/Mirror Glaze



**Gambar 6.** NaOH



**Gambar 7.** Mesin Uji Tarik



**Gambar 7.** Mesin Uji Bending

## 2. Spesimen



**Gambar 8.** Spesimen uji tarik



**Gambar 8.** Spesimen uji tarik

### 3. Spesimen Hasil pengujian



**Gambar 9.** Spesimen hasil uji tarik





**Gambar 10.** Spesimen hasil uji bending

## BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Lesiana Yanuari Ningrum, namun lebih akrab disapa dengan panggilan Lesi. Penulis dilahirkan di Blora, 21 Januari 1995 yang sekarang berdomisili di Cepu, dan penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis memulai pendidikan formal di TK Pertiwi Karang Boyo, kemudian SD N Karang Boyo II, kemudian lanjut ke SMP N 2 Cepu, dan SMA N 1 Cepu. Setelah tamat dari SMA, penulis melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, lebih tepatnya di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan angkatan 2012. Penulis terdaftar dengan NRP 4212100027. Selama perkuliahan, Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan yang diselenggarakan oleh Institut, Jurusan, Himpunan Mahasiswa S1 Teknik Kimia dan Organisasi Kerohanian Islam. Penulis pernah melaksanakan Kerja Praktek di PT. Janata Marina Indah pada tahun 2014.